



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 52 229 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 01 M 17/10

⑳ Aktenzeichen: 198 52 229.0
㉒ Anmeldetag: 12. 11. 1998
㉔ Offenlegungstag: 8. 6. 2000

G *E 7*

DE 198 52 229 A 1

⑦① Anmelder:
STN ATLAS Elektronik GmbH, 28309 Bremen, DE

⑦② Erfinder:
Fischer, Johannes, 28865 Lilienthal, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 43 07 897 A1
US 47 81 060
US 47 02 164
EP 01 78 468 A2
JP 57-1 18 139 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Aufdeckung von Schäden an Schienenfahrzeugen

⑤⑦ Bei einem Verfahren zur Aufdeckung von die Sicherheit des Fahrbetriebes beeinträchtigenden Schäden an Schienenfahrzeugen mit in Rahmen angeordneten Laufwerken, insbesondere an Hochgeschwindigkeitszügen mit Drehgestellen, wird zur sofortigen Erkennung von während des Fahrbetriebes auftretenden Schäden an den Laufwerken mittels Körperschallaufnehmer das Betriebsgeräusch in jedem Laufwerk permanent erfaßt und signaltechnisch auf signifikante Änderung überwacht. Dabei werden bevorzugt die Ausgangssignale der Körperschallaufnehmer auf Periodizitäten geprüft, und bei Auftreten solcher Periodizitäten wird Schadenalarm ausgelöst.

DE 198 52 229 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Aufdeckung von die Sicherheit des Fahrbetriebes beeinträchtigenden Schäden an Schienenfahrzeugen der im Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 10 definierten Gattung.

Für die Sicherheit im Schienenverkehr ist es unerlässlich, Schäden an Lokomotiven und Waggonen, die zu erheblichen Betriebsstörungen oder gar zu Unglücken mit Personengefährdung führen können, rechtzeitig zu erkennen. Bislang führt man hierzu Inspektionen, Wartungen und Kontrollen des Zugparks in regelmäßigen Intervallen durch, wobei an sicherheitsrelevanten Fahrzeugteilen, wie Laufwerken und Rädern, auch Materialprüfungen vorgenommen werden, um Materialermüdungen, Risse und dgl., die langfristig zu Schäden führen, rechtzeitig zu entdecken. Trotz dieser regelmäßigen und intensiven Kontrollen treten zwischen den Inspektionsintervallen Schäden auf, die bis zur nächsten Inspektion unentdeckt bleiben und eine erhebliche Gefahr für den Zugverkehr in sich bergen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem bzw. der während des Fahrbetriebs an Schienenfahrzeugen auftretende Schäden sofort erkannt werden, so daß der Fahrer entsprechende Maßnahme, z. B. Zwangsbremmung, einleiten kann, um eine Vergrößerung des Schadensausmaßes zu vermeiden.

Die Aufgabe ist durch die Merkmale im Patentanspruch 1 bzw. 10 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß die Laufwerke der Schienenfahrzeuge, insbesondere die Drehgestelle von Höchstgeschwindigkeitszügen (das sind zwei- oder dreiachsige, jeweils in einem Rahmen angeordnete Laufwerke, die sich jeweils um einen im Fahrzeuguntergestell angebrachten Drehzapfen drehen können) fortwährend und online überwacht werden und dadurch an den Rädern oder Achslagern auftretende Schäden sofort, d. h. unmittelbar mit Schadenseintritt, auffällig werden, so daß entsprechende Konsequenzen vom Fahrer des Zugs gezogen werden können. Durch die Messung des Betriebsgeräusches mittels Körperschallaufnehmer, die bevorzugt in den Rahmen der Laufwerke bzw. der Drehgestelle angeordnet werden, werden Umwelteinflüsse, wie Regen, Schnee, Vereisung, Fahrtwind u. dgl. weitgehend eliminiert. Als Körperschallaufnehmer werden bevorzugt piezoelektrische oder Quarzaufnehmer verwendet.

Zweckmäßige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit vorteilhaften Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Patentansprüchen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zur Überwachung des Betriebsgeräusches auf signifikante Änderungen die Ausgangssignale der Körperschallaufnehmer fortlaufend auf Periodizitäten abgeprüft, und bei Auftreten solcher Periodizitäten wird Schadenalarm ausgelöst. Dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das Auftreten von mechanischen Unregelmäßigkeiten im ansonsten gleichmäßigen Radlauf, z. B. Lager-schäden, Radbruch oder Laufringbruch bei Rädern von Hochgeschwindigkeitszügen (ICE), durch die Radrotation unmittelbar zu periodischen, oberwellenhaltigen Schlaggeräuschen mit wesentlicher Lautstärke führen, deren Grundfrequenzen je nach Fahrgeschwindigkeit und Raddurchmesser etwa zwischen 1 und 38 Hz liegen. Solche Periodizitäten werden für jedes einzelne Laufwerk bzw. Drehgestell separat erfaßt. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden hierzu die Ausgangssi-

gnale der Körperschallaufnehmer verstärkt, tiefpäßgefiltert und in den Frequenzbereich transformiert. Werden in den so erhaltenen Frequenzspektren ausgeprägte Frequenzlinien detektiert, so wird Schadenalarm ausgelöst.

Alternativ oder zusätzlich zu der Abprüfung auf Periodizitäten im Ausgangssignal der Körperschallaufnehmer wird auch der Signalpegel der Ausgangssignale überwacht und bei Überschreiten einer Pegelschwelle Schadenalarm ausgelöst. Auch hiermit lassen sich mechanische Unregelmäßigkeiten im Laufwerk erkennen; denn bei Auftreten der periodischen Schlaggeräusche wird auch der Pegel des Körperschalls im Laufwerk erheblich anwachsen.

Um die Falschalarmrate zu reduzieren, wird gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Auslösung des Schadenalarms erst bei Überschreiten einer vorgebbaren Fahrgeschwindigkeit des Schienenfahrzeugs, z. B. 60 km/h, freigegeben.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die signaltechnische Auswertung der Ausgangssignale der Körperschallaufnehmer in jedem Laufwerk vorgenommen und nur der Schadenalarm über Signalleitungen in den Fahrstand des Schienenfahrzeugs übertragen. Damit wird im Fahrstand nicht nur grundsätzlich ein Schaden gemeldet, sondern auch gleichzeitig das Laufwerk angezeigt, in dem der Schaden auftritt. Zur Übertragung des Schadenalarms kann vom Fahrstand zu jedem Laufwerk eine geeignete Zweidrahtleitung verlegt werden. Kostensparender und für eine Nachrüstung von Zügen geeigneter ist die Verwendung eines zum Fahrstand verlegten Signalbusses, auf den alle an den Laufwerken ausgelösten Schadenalarme laufwerkspezifisch aufmoduliert werden.

Eine vorteilhafte Vorrichtung zur Aufdeckung von die Sicherheit des Fahrbetriebes beeinträchtigenden Schäden an Schienenfahrzeugen mit in Rahmen angeordneten Laufwerken weist mindestens einen im Rahmen eines jeden Laufwerks angeordnete Körperschallaufnehmer auf, an dessen Ausgang ein Tiefpaß mit Vorverstärkung und analoger Signalvorverarbeitung, ein Analog-Digital-Wandler und ein FFT-Prozessor angeschlossen ist. Mit dem FFT-Prozessor ist ein Frequenzliniendetektor mit nachgeordneter Auswerteschaltung verbunden, die bei Detektion mindestens einer Frequenzlinie ein Alarmsignal generiert.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Drehgestells eines Schienenwaggonen,

Fig. 2 ausschnittsweise eine Draufsicht des Drehgestells in Fig. 1,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines vergrößerten Ausschnitts gemäß III in Fig. 1,

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Aufdeckung von Schäden im Drehgestell gemäß Fig. 1.

In Fig. 1 ist ein Drehgestell 10 eines Schienenwaggonen in Seitenansicht dargestellt. Das Drehgestell 10 hat ein in einem Rahmen 11 angeordnetes, zweiachsiges Laufwerk und kann sich um einen im hier nicht dargestellten Waggonuntergestell angebrachten Drehzapfen drehen, der in einem Gleitlager 12 des Rahmens 11 aufgenommen ist. Die beiden Radachsen 13 sind in Achslagern 14 gelagert, die am Rahmen 11 über Achsfedern 15 und Achsdämpfer 16 abgestützt sind. Die mit den Radachsen 13 drehfest verbundenen insgesamt vier Räder sind mit 17 bezeichnet.

Wie die vergrößerte Schnittdarstellung gemäß Fig. 3 des Ausschnitts III in Fig. 1 zeigt, ist am Rahmen 11 ein Körperschallaufnehmer 20 angeordnet, der mittels seines Gewindezapfens 201 in eine entsprechende Bohrung 18 im Rahmen 11 eingeschraubt ist. Das Vorsehen mehrerer Körperschal-

laufnehmer pro Drehgestell ist möglich. Zum Montieren des Körperschallaufnehmers 20 dient ein mit dem Gewindezapfen 201 verbundener Sechskant 202 und zum elektrischen Anschluß eine Ausgangsleitung 203. Der Körperschallaufnehmer 20, der bevorzugt ein piezoelektrischer Aufnehmer oder ein Quarzaufnehmer ist, erfaßt permanent das Betriebsgeräusch im Drehgestell 10 während der Fahrt, indem er die mechanischen Schwingungen an der Oberfläche des Rahmens 11 in analoge elektrische Signale umsetzt.

Mittels der in Fig. 4 dargestellten Vorrichtung wird nunmehr das Betriebsgeräusch auf signifikante Änderungen überwacht, indem die signifikanten Änderungen in den analogen Ausgangssignalen des Körperschallaufnehmers 20 detektiert werden. Im einzelnen weist hierzu die in Fig. 4 im Blockschaltbild dargestellte Vorrichtung einen Tiefpaß 21 mit Vorverstärkung und analoger Vorverarbeitung, einen Analog-Digital-Wandler 22 sowie einen FFT-Prozessor 23 auf, die in der genannten Reihenfolge an der Ausgangsleitung 203 des Körperschallaufnehmers 20 angeschlossen sind. Mit dem FFT-Prozessor 23 ist ein Liniendetektor 24 mit nachgeordneter Auswerteschaltung 25 verbunden. Das Ausgangssignal der Auswerteschaltung 25 wird mittels eines Modulators 26 auf einen Signalbus 27 aufmoduliert, der durch den ganzen Zug zu dem Fahrstand 30 des Zugs verlegt und dort mit einem Demodulator 31 verbunden ist. An dem Ausgang des Demodulators 31 ist der Steuereingang 321 eines elektronischen Schalters 32 gelegt, der im Stromkreis eines Alarmgebers, z. B. einer Alarmlampe 33, angeordnet ist.

Mit dieser Vorrichtung werden die Sicherheit des Fahrbetriebes beeinträchtigende Schäden am Drehgestell 10 nach folgendem Verfahren detektiert:

Die vom Körperschallaufnehmer 20 gelieferten Ausgangssignale werden permanent auf Periodizitäten abgeprüft und bei Auftreten solcher Periodizitäten wird Schadenalarm ausgelöst, indem ein Alarmsignal über den Bus 27 zu dem Fahrstand 30 übertragen wird, das dort die dem Drehgestell 10 zugeordnete Alarmlampe 33 einschaltet. Alternativ oder zusätzlich kann der Schaden auch akustisch im Fahrstand 30 angezeigt bzw. hörbar gemacht werden. Hierzu werden die Ausgangssignale des Körperschallaufnehmers 20 verstärkt, tiefpaßgefiltert und nach Analog-Digital-Wandlung im A/D-Wandler 22 im FFT-Prozessor 23 in den Frequenzbereich transformiert. Die von diesem ausgegebenen Frequenzspektren werden mittels des Liniendetektors 24 auf Vorhandensein von ausgeprägten Frequenzlinien geprüft und bei Vorhandensein solcher Frequenzlinien ein entsprechendes Signal an die Auswerteschaltung 25 gegeben. Der Auswerteschaltung 25 wird die momentane Fahrgeschwindigkeit u des Waggons zugeführt. Die Auswerteschaltung 25 vergleicht diese Momentangeschwindigkeit mit einem Vorgabewert, z. B. 60 km/h. Wird dieser Vorgabewert überschritten, so generiert die Auswerteschaltung 25 aufgrund des Detektionssignal des Liniendetektors 24 das Alarmsignal, das von dem Modulator 26 mit einer für das Drehgestell 10 spezifischen Kennung auf den Bus 27 aufmoduliert wird. Das Alarmsignal wird im Demodulator 31 demoduliert und führt zur drehgestellspezifischen Einschaltung der Alarmlampe 33 im Fahrstand 30.

Zusätzlich kann der breitbandige Signalpegel des Ausgangssignales des Körperschallaufnehmers 20 überwacht werden, da auch dieser Pegel Hinweise auf Schädigungen im Drehgestell 10 liefert. Der Signalpegel wird dabei mit einer recht hoch gelegten Pegelschwelle verglichen, und wird die Pegelschwelle überschritten, so wird Schadenalarm ausgelöst. Hierzu ist in der Vorrichtung der Ausgang des Tiefpasses 21 an einem Schwellwertschalter 28 angeschlossen, dessen Ausgangssignal ebenfalls dem Modulator 26 zugeführt ist, so daß das von dem Schwellwertschalter 28 er-

zeugte Alarmsignal in vergleichbarer Weise über den Bus 27 in den Fahrstand 30 gelangt und dort Alarm auslöst.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, das Drehgestellgeräusch dem Fahrzeugführer im Fahrstand 30 akustisch hörbar zu machen, damit dieser aufgrund seiner Erfahrung die Störung selbst beurteilen kann. Hierzu werden die Ausgangssignale des Tiefpasses 21 über den Modulator 26 auf den Bus 27 in geeigneter Weise aufmoduliert, durch den Demodulator 31 vom Bus 27 abgenommen und über ein Torglied 34 einem Lautsprecher 35 zugeführt. Um nur die Drehgestellgeräusche bei Auftreten von Unregelmäßigkeiten hörbar zu machen, wird das Torglied 34 von dem von der Auswerteschaltung 25 oder dem Schwellwertschalter 28 ausgegebenen Alarmsignal gesteuert, d. h. bei Auftreten des Alarmsignals geöffnet. Hierzu ist der Steuereingang 341 des Torglieds 34 in vergleichbarer Weise wie der Steuereingang 321 des elektronischen Schalters 32 an den Ausgang des Demodulators 31 angeschlossen. Jedem Drehgestell 10 eines Waggons ist der Teil der Vorrichtung zugeordnet, der in Fig. 4 links dargestellt ist. Bei Zusammenstellung mehrerer Waggons zu einem Zug erhalten alle Drehgestelle 10 des Zugs eine solche Vorrichtung, die alle an einem zum Fahrstand 30 verlaufenden Bus 27 angeschlossen sind. Entsprechend der Anzahl der im Zug vorhandenen Drehgestelle 10 ist im Fahrstand 30 eine gleiche Anzahl von Alarmlampen 33 und ein Lautsprecher 35 vorhanden, die alle an dem einen Demodulator 31 angeschlossen sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufdeckung von die Sicherheit des Fahrbetriebes beeinträchtigenden Schäden an Schienenfahrzeugen mit in Rahmen angeordneten Laufwerken, insbesondere an Hochgeschwindigkeitszügen mit Drehgestellen, **dadurch gekennzeichnet**, daß mittels Körperschallaufnehmer (20) das Betriebsgeräusch in jedem Laufwerk (10) permanent erfaßt und signaltechnisch auf signifikante Änderungen überwacht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausgangssignale der Körperschallaufnehmer (20) auf Periodizitäten abgeprüft werden und bei Auftreten solcher Periodizitäten Schadenalarm ausgelöst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausgangssignale der Körperschallaufnehmer (20) verstärkt, tiefpaßgefiltert und in den Frequenzbereich transformiert werden, und daß bei Vorhandensein von ausgeprägten Frequenzlinien in dem Frequenzspektren Schadenalarm ausgelöst wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Signalpegel der Ausgangssignale überwacht und bei Überschreiten einer Pegelschwelle Schadenalarm ausgelöst wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auslösung des Schadenalarms erst bei Überschreiten einer vorgegebenen Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs freigegeben wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die signaltechnische Auswertung der Ausgangssignale der Körperschallaufnehmer (20) in jedem Laufwerk (10) vorgenommen und der Schadenalarm über Signalleitungen in den Fahrstand (30) des Fahrzeugs übertragen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Signalleitungen Zweidrahtleitungen verwendet werden, die von dem Fahrstand (30) zu jedem Laufwerk (10) verlegt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**

net, daß als Signalleitungen ein zum Fahrstand (30) verlegter Bus (27) verwendet wird, auf den alle an den Laufwerken (10) ausgelösten Schadenalarmlaufwerkspezifisch aufmoduliert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-8, dadurch gekennzeichnet, daß mit Auslösen eines Schadenalarms die Betriebsgeräusche des schadhafte Laufwerks (10) im Fahrstand (30) zwangsweise hörbar gemacht werden.

10. Vorrichtung zur Aufdeckung von die Sicherheit des Fahrbetriebes beeinträchtigenden Schäden an Schienenfahrzeugen mit in Rahmen (11) angeordneten Laufwerken (10), insbesondere an Hochgeschwindigkeitszügen mit Drehgestellen, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen (11) eines jeden Laufwerks (10) mindestens ein Körperschallaufnehmer (20) angeordnet ist, daß dem Ausgang eines jeden Körperschallaufnehmers (20) ein Tiefpaß (21) mit Vorverstärkung und analoger Signalvorverarbeitung, ein Analog-/Digital-Wandler (22) und ein FFT-Prozessor (23) nachgeschaltet ist und daß mit dem FFT-Prozessor (23) ein Liniendetektor (24) mit nachgeordneter Auswerteschaltung (25) verbunden ist, die bei Detektion mindestens einer Frequenzlinie ein Alarmsignal generiert.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiefpaßausgang über ein Torglied (34) mit einem im Fahrstand (30) des Fahrzeugs angeordneten Lautsprecher (35) verbunden ist und daß das Torglied (34) von dem Alarmsignal geöffnet wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Laufwerk (10) ein Modulator (26) eingangsseitig an dem Ausgang der Auswerteschaltung (25) und ausgangsseitig an einem zum Fahrstand (30) des Fahrzeugs verlaufenden Bus (27) angeschlossen ist und daß am fahrstandseitigen Ende des Busses (27) ein Demodulator (31) angeschlossen ist, der ausgangsseitig mit einem Alarmgeber (33) schaltenden Steuerglied (32) verbunden ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Eingang des Modulators (26) zusätzlich an dem Ausgang des Tiefpasses (21) angeschlossen ist und daß der Ausgang des Demodulators (31) mit dem Signaleingang und dem Steuereingang (341) des Torglieds (34) verbunden ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

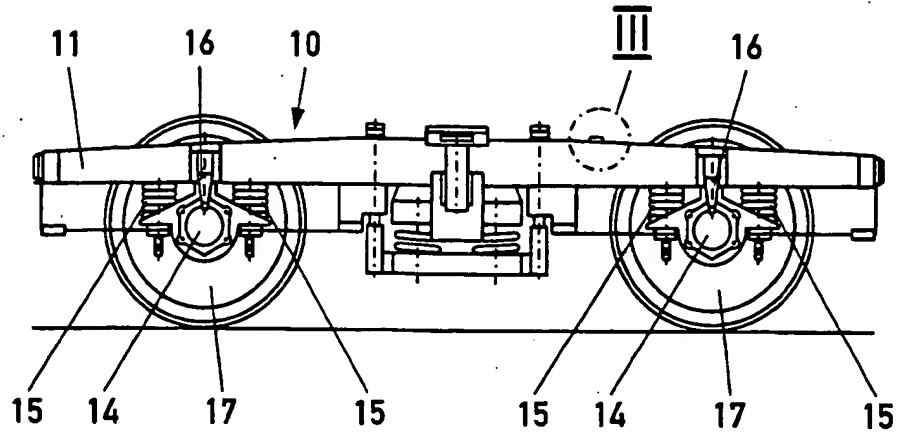


Fig. 1

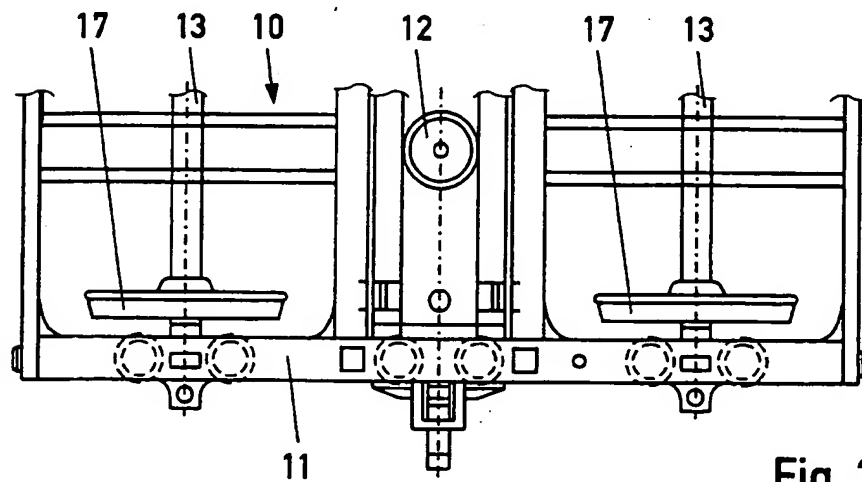


Fig. 2

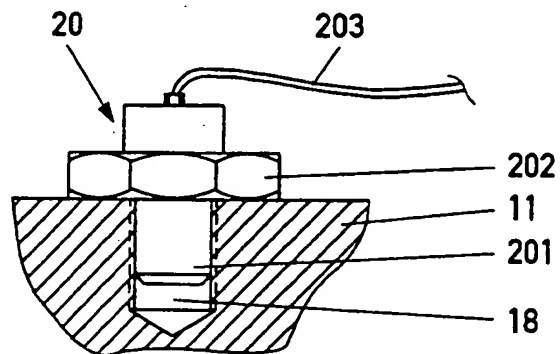


Fig. 3

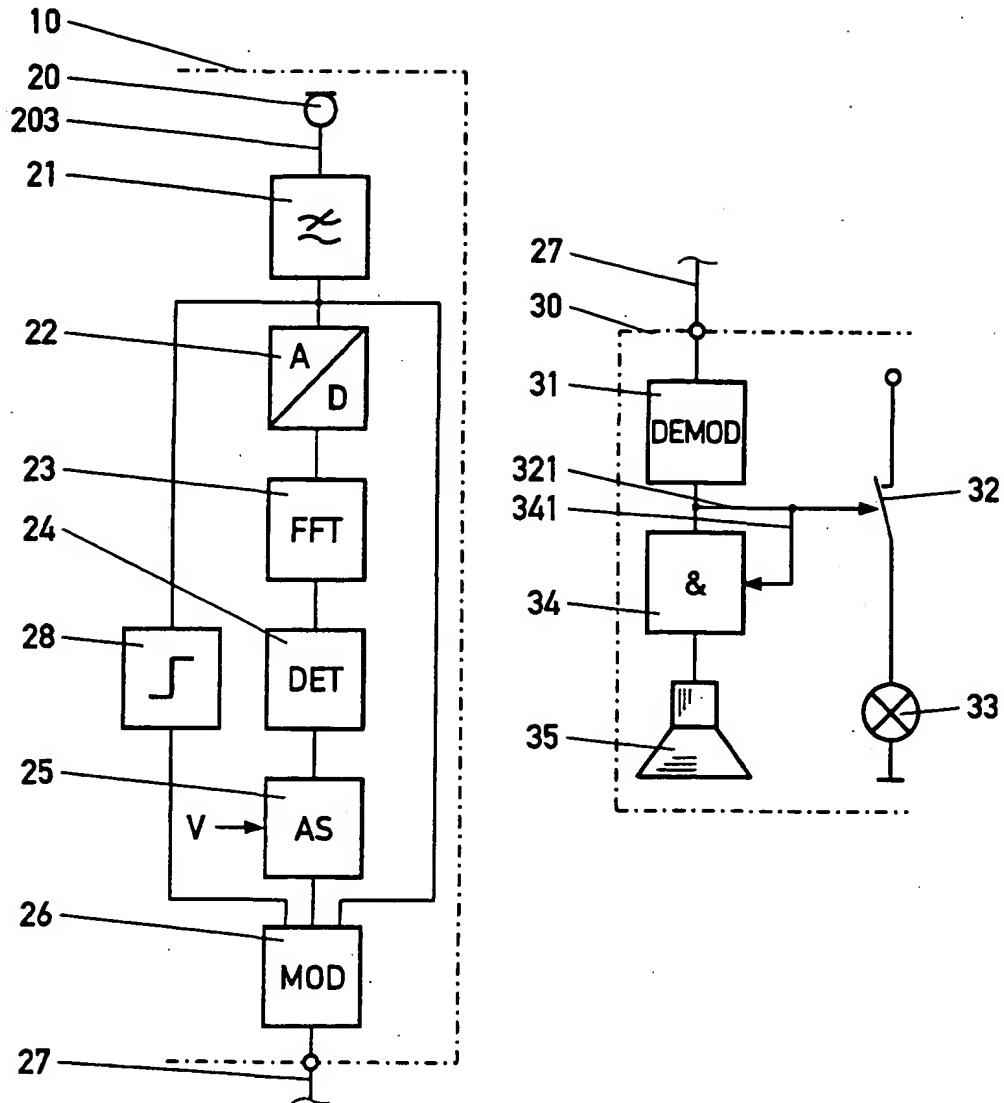


Fig. 4